# MANUAL

# DE

# INSTALAÇÃO, OPERAÇÃO E CALIBRAÇÃO

# CONVERSOR SONORO

**AS-SD04-001**

**REVISÃO 5**

**ENGELETRO COMERCIAL LTDA.**
Rua Gabriela de Melo, 484 Olhos d'Água Norte
30390-080 Belo Horizonte MG
Tel (31) 3288-1366 Fax (31) 3288-1099
http://www.engeletro.ind.br
engeletro@engeletro.ind.br

# ÍNDICE

# 1. INTRODUÇÃO

O Conversor Sonoro AS-SD04-001 converte o ruído proveniente de um moinho de barras ou de bolas em um sinal analógico padrão de 4-20 mA na saída, inversamente proporcional à intensidade do ruído na entrada.

Este sinal analógico pode ser usado para fins de registro, indicação e/ou controle dos processos de moagem, normalmente controlando a alimentação do moinho para mantê-lo no carregamento ótimo, isto é, o carregamento que dará a melhor eficiência de moagem.

A intensidade e o espectro de freqüências do ruído proveniente de um moinho de barras ou de bolas variam em função da quantidade de material de processo no seu interior.

A intensidade do ruído é tanto maior quanto menos material existir em seu interior, devido às barras ou bolas ficarem mais livres para se chocarem entre si e com as paredes do próprio moinho.

O sinal de entrada do conversor é o sinal gerado pelo Sensor de Ruído AS-SD04-MIC, montado junto às paredes do moinho. Este sinal é levado ao Módulo Amplificador, Detector e Filtro, com seleção de faixa de frequência de trabalho, AS-SD04-ADF. Este amplificador possui na sua entrada um filtro que irá permitir somente a amplificação de uma faixa de frequência de sinais previamente escolhidos, que numa fase posterior, serão invertidos e novamente amplificados, obtendo-se uma saída de 0 a 6VCC, inversamente proporcional à intensidade do ruído gerado pelo moinho.

Este sinal de 0-6VCC é então levado ao Módulo Gerador de Corrente AS-SD04-121 onde serão realizadas as conversões necessárias para os diversos tipos de registradores, indicadores e/ou controladores de processos.

O Diagrama de Blocos do sistema do Conversor Sonoro é mostrado na Figura 1.1 .

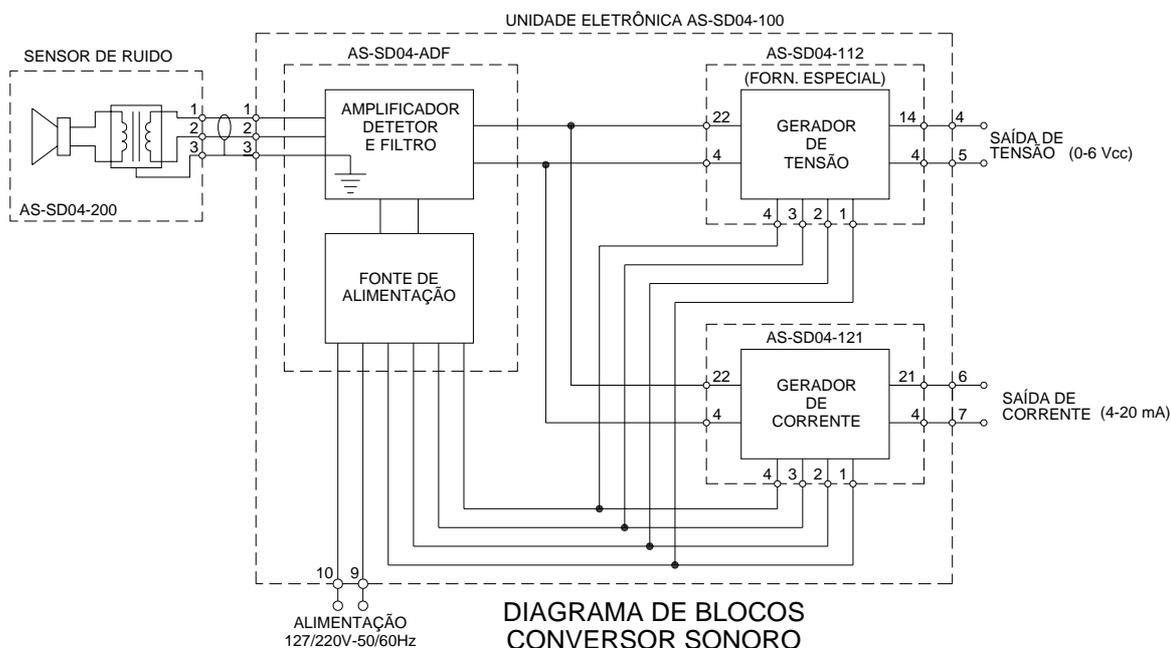



Figura 1.1
Diagrama de Blocos – Conversor Sonoro

# 2. CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO

## 2.1 SENSOR DE RUÍDO AS-SD04-MIC

### 2.1.1 DESCRIÇÃO

O Sensor de Ruído consiste de uma corneta, com elemento captador de bobina móvel e imã permanente, associada a um transformador de áudio adaptador de impedância. A Figura 2.1 mostra as diversas vistas com as dimensões principais do Sensor de Ruído.

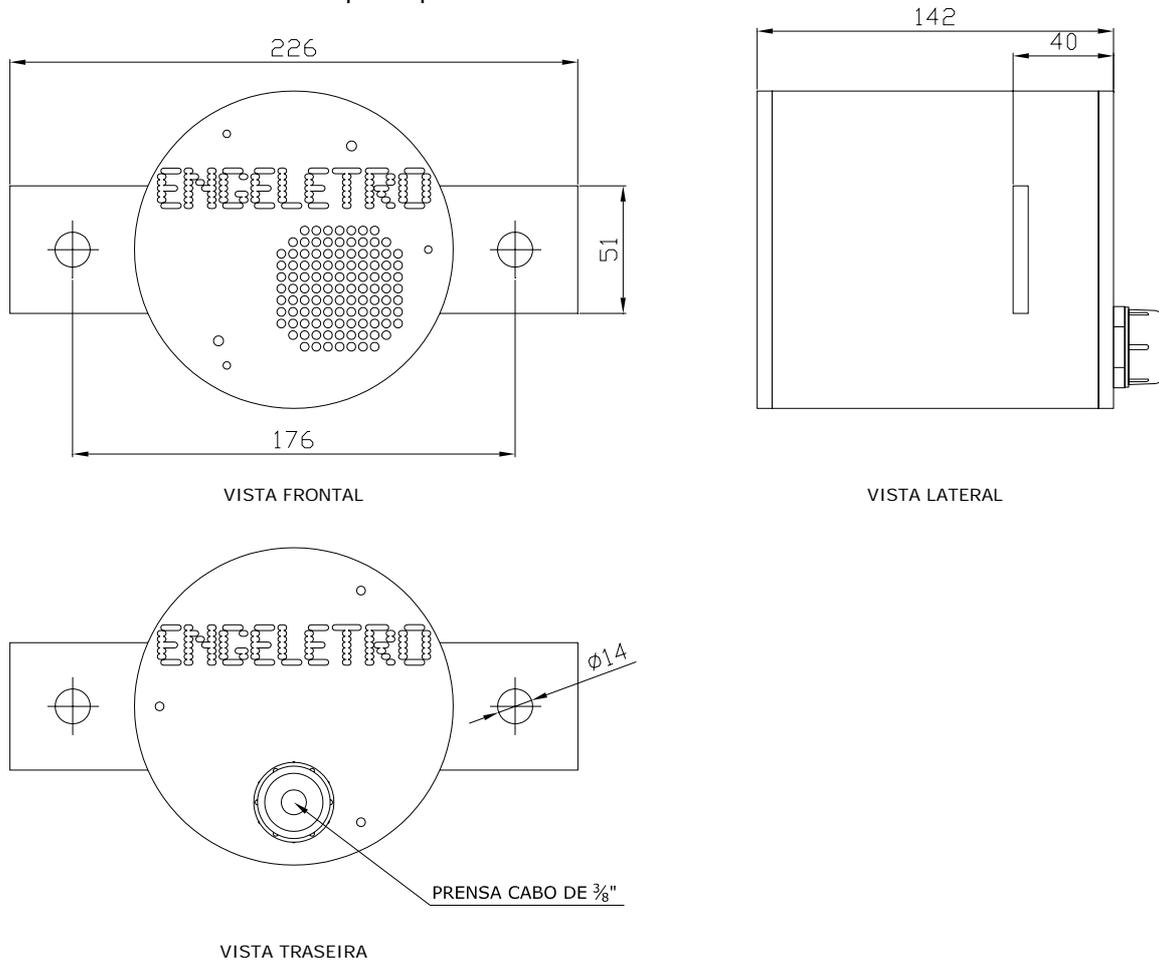



Figura 2.1
Sensor de Ruído – Dimensões principais

### 2.1.2 POSICIONAMENTO

O posicionamento do Sensor de Ruído em relação ao moinho é de grande importância. A sua posição ótima para uma instalação específica é determinada por um processo de tentativas até se obter um sinal gerado pelo Sensor de Ruído que seja uma real indicação das condições de moagem e de carga do moinho.

Cada instalação possui características diferentes. Assim, deve-se utilizar as recomendações abaixo como um guia geral para se obter o posicionamento ótimo do sensor:

1. O Sensor de Ruído deve ser montado o mais próximo possível da superfície externa do moinho, com a parte frontal livre de quaisquer obstáculos. A distância máxima, em cabo, entre o Sensor de Ruído e a Unidade Eletrônica é de 10 (dez) metros;
2. A posição do Sensor de Ruído deverá ser próxima ao ponto de impacto da carga do moinho. Este ponto geralmente ocorre na posição “5 horas” nos moinhos de bolas ou barras (aproximadamente 150º a partir do ápice do eixo transversal, no sentido horário), conforme mostrado na Figura 2.2 ;

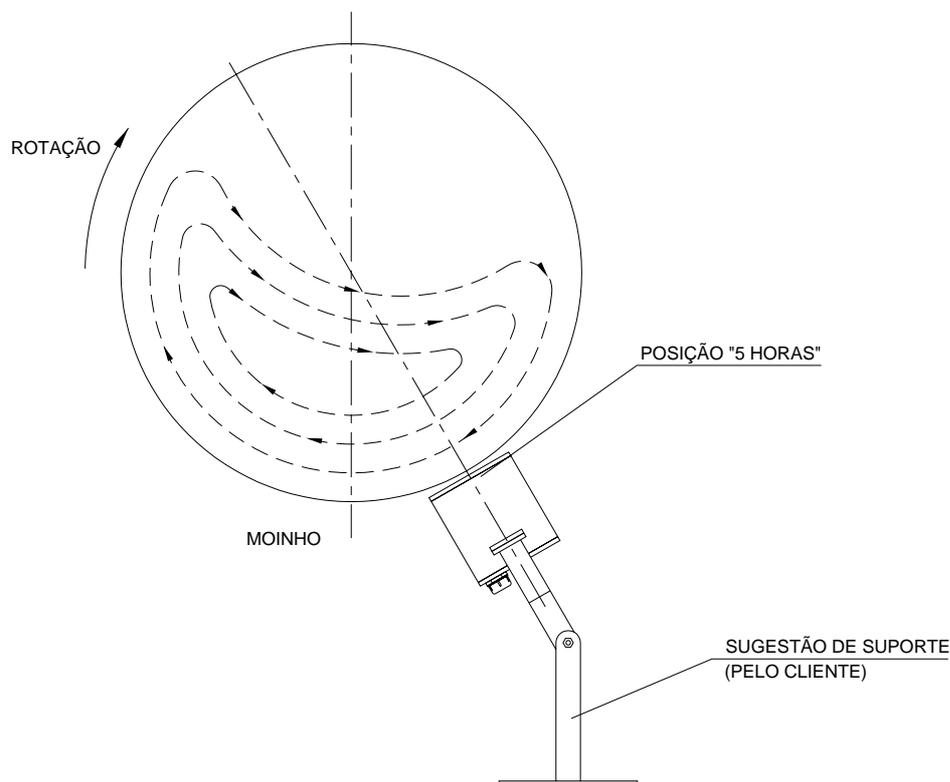



Figura 2.2
Instalação do Sensor de Ruído com refletor

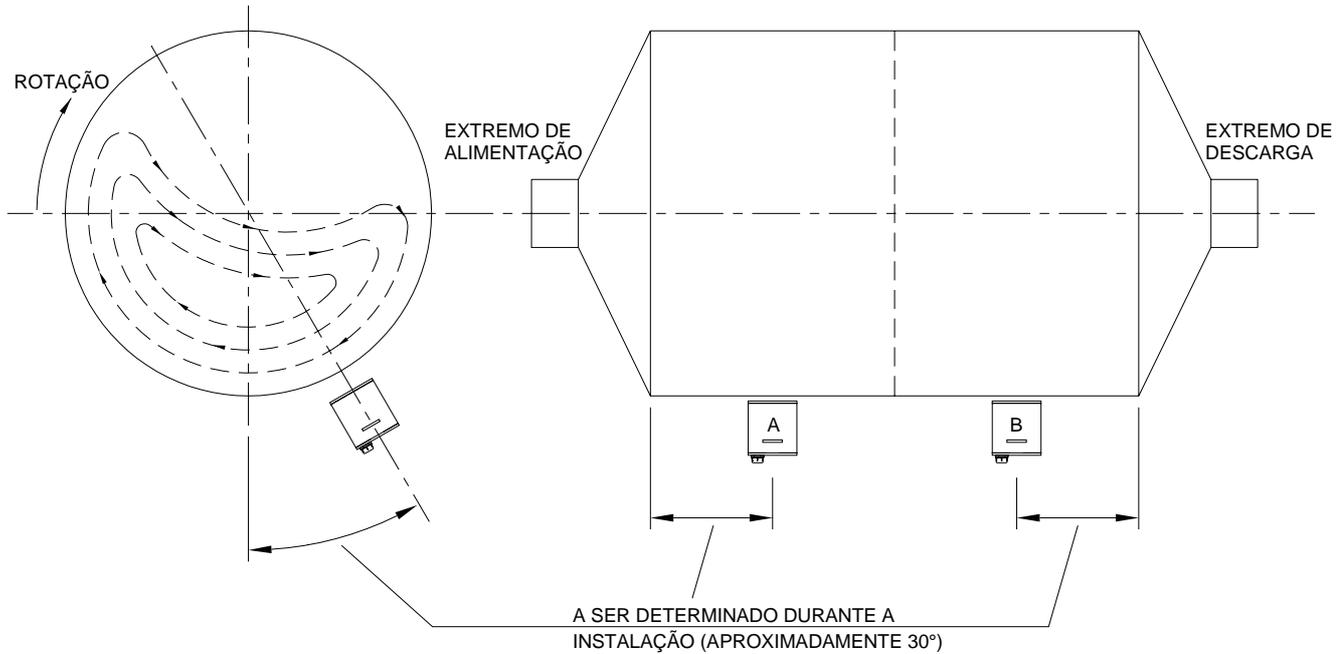
3. A posição do Sensor de Ruído em relação ao eixo longitudinal do moinho depende do número de sensores utilizados e do tipo de construção do moinho:
   a. Para um moinho com compartimento único, do tipo seco, a melhor posição do Sensor de Ruído é usualmente a 1/3 do comprimento do moinho, contando-se a partir da extremidade de alimentação, ao longo do eixo longitudinal;
   b. Para um moinho de compartimento único, do tipo úmido, a melhor posição é usualmente a 1/3 do comprimento do moinho, contando-se a partir da extremidade de descarga, ao longo do eixo longitudinal;
   c. Para um moinho de 2 (dois) compartimentos, utiliza-se 2 (dois) Sensores de Ruído: o primeiro deve ser instalado em uma posição correspondente à metade do comprimento do primeiro compartimento, a partir do extremo de alimentação do moinho; o segundo deverá ser instalado em uma posição correspondente a 1/3 do comprimento do segundo compartimento, a partir do extremo de descarga do moinho conforme a Figura 2.3.

NOTAS
1 . A ESTRUTURA SUPORTE DO SENSOR DE RUIDO DEVERÁ SER RÍGIDA E LIVRE DE VIBRAÇÕES.
2 . MONTE A UNIDADE SENSORA O MAIS PRÓXIMO POSSÍVEL DO MOINHO.
3 . SE APENAS UMA UNIDADE SENSORA FOR USADA, MONTE-A NA POSIÇÃO A.

Figura 2.3
Posicionamento do Sensor de Ruído

Recomenda-se que durante as fases de montagem e testes, o(s) Sensor(es) de Ruído seja(m) montado(s) em estrutura(s) temporária(s), até que o técnico da **ENGELETRO** determine a(s) melhor(es) posição(ões).

### 2.1.3 REDUZINDO A INTERFERÊNCIA

Caso o Sensor de Ruído esteja sujeito a interferências de outras fontes sonoras, deverá ser feita uma blindagem acústica para o mesmo.

### 2.1.4 CONEXÕES ELÉTRICAS

A ligação elétrica entre o Sensor de Ruído AS-SD04-MIC e a unidade eletrônica deverá ser feita através de um cabo blindado com 2 (dois) condutores 2x18AWG + T com malha trançada.

A blindagem deste cabo somente será ligada na extremidade da unidade eletrônica.

Não há polaridade na ligação visto que o sinal é alternado.

Este cabo deve ser instalado em eletroduto metálico exclusivo, não podendo compartilhar com outros cabos.

### 2.1.5 MONTAGEM

A estrutura suporte (de responsabilidade do cliente) do Sensor de Ruído deve ser rígida e isenta de vibrações. A base de sustentação do Sensor de Ruído permite uma varredura vertical de 90º e uma varredura horizontal de 360º.

A boca do Sensor de Ruído é coberta com uma folha plástica, com espessura máxima de 0,025mm, para evitar o acúmulo de poeira e/ou água no interior do mesmo. Esta cobertura plástica é colocada de forma a evitar a criação de resistência acústica.

## 2.2 UNIDADE ELETRÔNICA

### 2.2.1 MÓDULO AS-SD04-ADF

#### 2.2.1.1 Fonte de Alimentação

A fonte de alimentação é alimentada em 127/220V 60Hz e possui 3 (três) tensões de saída: -24VCC, +15VCC e –15VCC.

Não requer ajustes.

#### 2.2.1.2 Amplificador, Detector e Filtro

O sinal proveniente do Sensor de Ruído AS-SD04-MIC é amplificado seletivamente, através de um estágio ressonante, para eliminar freqüências indesejáveis. A faixa de freqüências de operação deste estágio ressonante é determinada pelo tipo de moinho a ser monitorado, conforme a Tabela 2.1.

O sinal amplificado seletivamente é aplicado ao circuito retificador e dobrador de tensão para então ser novamente amplificado, agora em corrente contínua e invertido.
Esta inversão é necessária porque se deseja um sinal de saída inversamente proporcional ao ruído gerado pelo moinho.

O sinal de corrente contínua invertido é levado ao circuito detector de valor médio, que aciona o transistor de saída do Módulo AS-SD04-ADF, que alimenta o Módulo AS-SD04-121.
Resumindo, o amplificador, detector e filtro AS-SD04-ADF converte o sinal recebido do Sensor de Ruído AS-SD04-MIC em um sinal analógico em CC, para ser utilizado no controle e/ou monitoração das condições de carga do moinho.

O Sinal de Saída será de 0-6VCC, que alimenta os Módulos de Saída de Corrente ou de Tensão , inversamente proporcional à tensão de entrada.

### 2.2.2 AJUSTES

Este módulo possui 4 (quatro) ajustes (Figura 2.4):

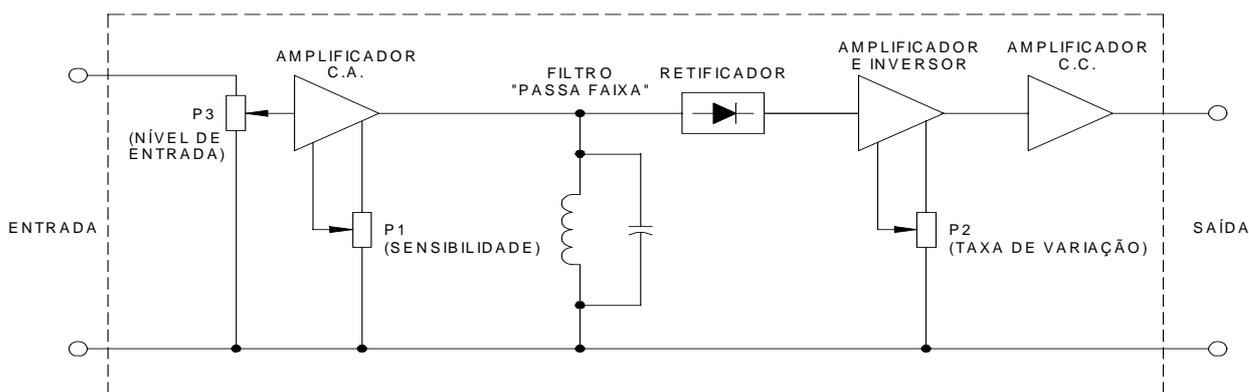



Figura 2.4
Módulo AS-SD04-ADF – Diagrama de Blocos

#### 2.2.2.1. Nível de Entrada

O nível de entrada é ajustado pelo “trimpot” P3 para que fique dentro dos limites permissíveis do sinal de entrada do amplificador, detector e filtro que é de uma excursão máxima de 0-250mVCA.

#### 2.2.2.2 Sensibilidade

A sensibilidade é ajustada através do “trimpot” P1 para qualquer nível desejado. Com o moinho operando com carga normal, isto é, nas condições ideais de operação, P1 deve ser ajustado para se obter uma saída entre 2,5 a 3VCC. Girando o potenciômetro no sentido horário a tensão de saída aumentará.

#### 2.2.2.3. Taxa de Variação

A taxa de variação do sinal de entrada é ajustada através do
“trimpot” P2, fazendo com que a tensão de saída seja a “derivada” da tensão de entrada. Com o “trimpot” P2 no seu valor máximo, a tensão de saída copia a tensão de entrada. A introdução desta função (derivada), fará com que a saída indique a taxa de variação do sinal de entrada, provocando um amortecimento no sistema. Em condições normais, o “trimpot” P2 deve ser ajustado para o seu valor máximo, fazendo com que a saída seja exatamente a mesma da entrada, fazendo com que o amortecimento seja zero.

#### 2.2.2.4 . Frequência de Operação

A faixa de freqüências típica de operação do sistema é função do tipo de moinho utilizado. A escolha da faixa de freqüências para a aplicação específica é feita através das “dip switches” S1 a S6, conforme a Tabela 2.1 abaixo:

| APLICAÇÃO | FAIXA DE FREQÜÊNCIAS (Hz) | DIP SWITCH | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 |
| MOINHO DE BARRAS (moagem seca) | 300-450 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| MOINHO DE "PEBBLE" | 500-900 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MOINHO DE BOLAS (moagem seca) Cimento Úmido (inicial) | 800-1.200 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| MOINHO DE BOLAS (moagem úmida) | 1.500-2.000 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Moinho de cimento (final) | 2.400-3.000 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| MOINHO DE BOLAS (moagem seca) Cimento (moagem final) | 3.000-3.500 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |

Tabela 2.1

### 2.2.2 MÓDULO DE SAÍDA DE CORRENTE AS-SD04-121

O Módulo de Saída de Corrente AS-SD04-121 é um gerador de corrente, operado a partir de sinais analógicos de tensão, provenientes do Módulo AS-SD04-ADF, para registro, indicação remota e/ou controles.

O módulo recebe o sinal analógico do Módulo AS-SD04-ADF, variando de 0-6VCC convertendo-o em sinal de corrente nos padrões conforme Tabela 2.2 abaixo:

| TIPO | FAIXA (mA CC) | Carga máxima (Ω) | OBSERVAÇÕES |
|---|---|---|---|
| 1 | 1-5 | 3.000 | especial |
| 2 | 4-20 | 750 | padrão |
| 3 | 0-20 | 750 | padrão |
| 4 | 10-50 | 300 | especial |

Tabela 2.2

A linearidade deste módulo é de 1%, podendo operar em temperaturas de 0-60ºC, com precisão de 1%.

#### 2.2.2.1 AJUSTES

O Módulo de Saída de Corrente AS-SD04-121 possui os seguintes ajustes (Figura 2.5) abaixo.

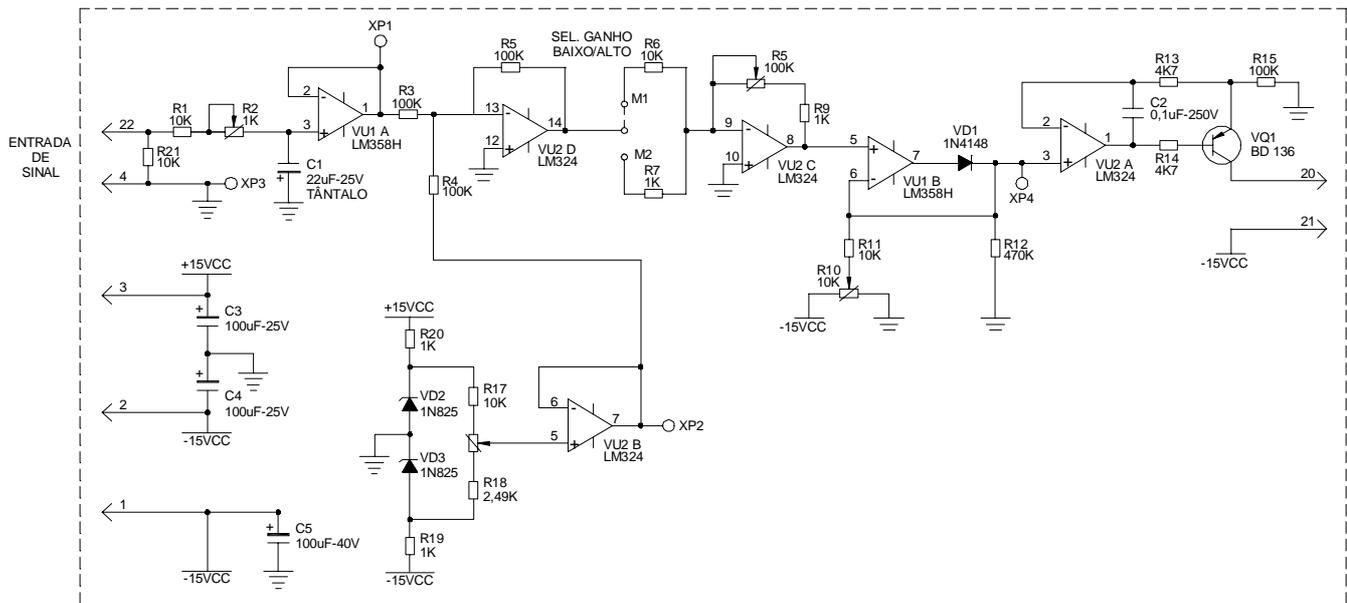



Figura 2.5
Módulo AS-SD04-121 – Diagrama Esquemático

1. Zero

É realizado através do potenciômetro R16, com o moinho operando a vazio. O valor da corrente de saída correspondente ao zero será de acordo com a tabela 2.2 acima.

2. "Span"

É realizado através do potenciômetro R8, com o moinho operando a plena carga. Este potenciômetro ajusta o ganho do circuito para que o sinal de saída possa variar em uma faixa de acordo com a tabela acima.

3. Limite de Corrente de Saída

É realizado através do potenciômetro R10. Este potenciômetro ajusta o valor máximo da corrente de saída, normalmente de 23mA. este ajuste é feito em fábrica e não deve ser alterado.

4. Amortecimento

É realizado pelo potenciômetro R2. Este potenciômetro ajusta o tempo de resposta do sinal de saída de corrente em função do sinal de entrada, em uma faixa de 0,2 a 20 segundos.

# 3. INSTALAÇÃO

## 3.1 SENSOR DE RUÍDO

A instalação do Sensor de Ruído deverá seguir as instruções dadas no item 3. A interligação entre o Sensor de Ruído e a Unidade Eletrônica deve ser feita com cabo blindado 2x18AWG + T, malha trançada, conforme a Figura 3.1 .

## 3.2 UNIDADE ELETRÔNICA

A caixa da Unidade Eletrônica é fornecida com 4 (quatro) presilhas de fixação. Ela deve ser fixada em uma superfície vertical em local abrigado, livre de vibrações, conforme Figura 5.1.

A unidade pode ser ajustada para ser alimentada em 127 ou 220V 60Hz. Para tal, selecionar a tensão desejada através da chave seletora localizada na parte interna da caixa de proteção. Observe o valor do fusível indicado para a tensão de alimentação escolhida, conforme Tabela 3.1 abaixo :

| Tensão de Alimentação | Capacidade do Fusível | Tamanho do Fusível |
|---|---|---|
| 127V 60Hz | 300mA | 20AG |
| 220V 60Hz | 200mA | 20AG |

Tabela 3.1

A Unidade Eletrônica possui ainda uma chave Liga-Desliga, localizada ao lado da chave seletora de tensão de alimentação. Na posição Liga haverá uma indicação luminosa pelo sinaleiro de cor vermelha, situado na tampa da caixa da unidade.

O Conversor Sonoro SD04 foi projetado para um regime de trabalho permanente. Portanto, deverá ser mantido energizado continuamente e somente desenergizá-lo em ocasiões especiais.

Depois de instalado, ajustado e calibrado o Conversor SD04 funcionará continuamente.

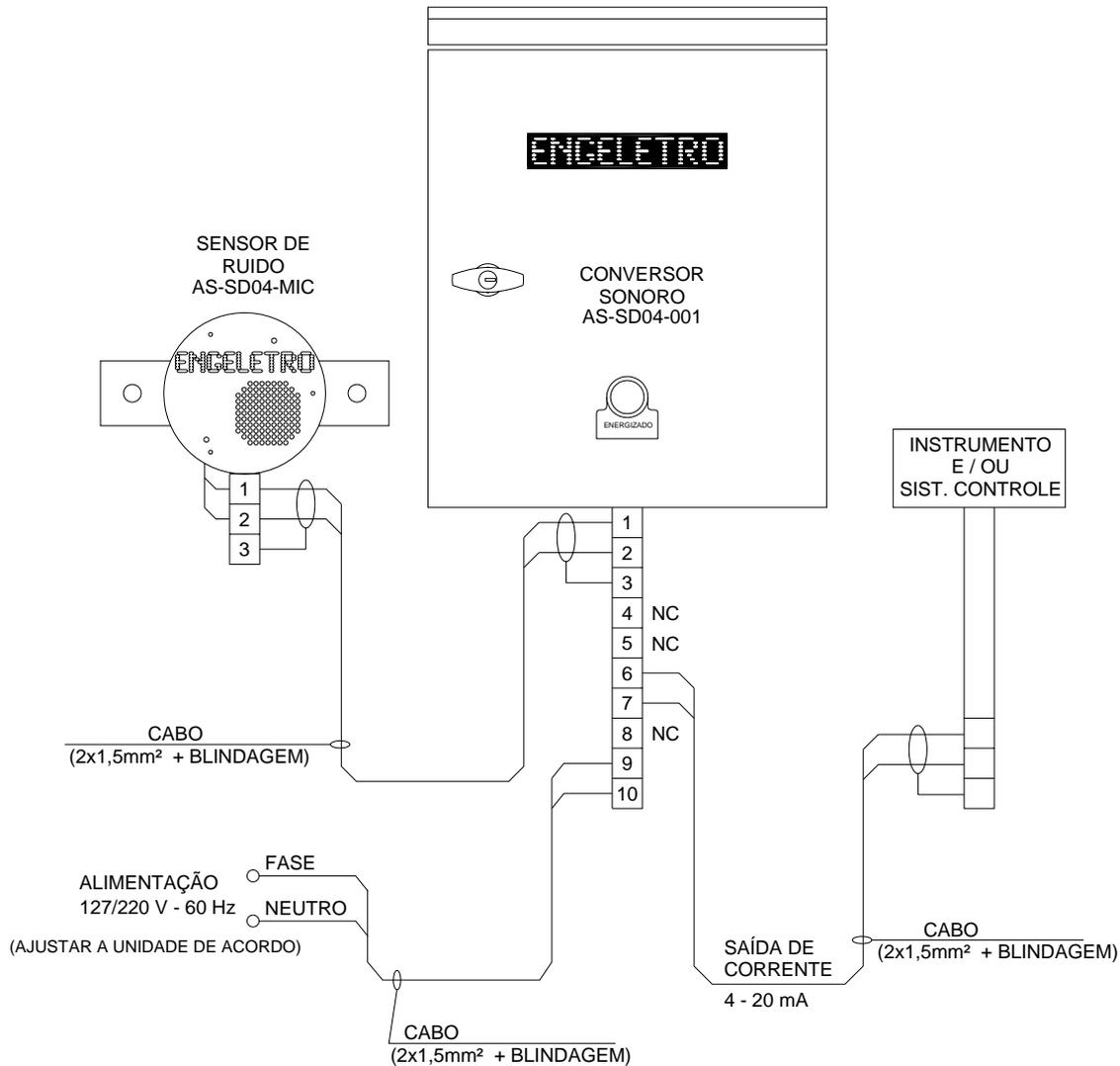



Figura 3.1
Conversor Sonoro – Diagrama de Interligações

# 4. OPERAÇÃO E AJUSTES

## 4.1 MÓDULO AS-SD04-ADF

### 4.1.1 FONTE DE ALIMENTAÇÃO

A Fonte de Alimentação utiliza circuitos integrados reguladores de tensão e não necessita de ajustes.

### 4.1.2 AMPLIFICADOR, DETECTOR E FILTRO

a. Ajuste o "trimpot" P3 até obter uma excursão máxima do sinal de entrada, proveniente do Sensor de Ruído, de 0-250mVCA.

Pontos de leitura: M1 e M2.

b. Ajuste o "trimpot" P1 até obter uma saída de 2,5 a 3,0V, com o Sensor de Ruído enviando um sinal proveniente do moinho operando em condições normais.

Pontos de leitura: M4 e 0VCC.

c. O "trimpot" P2 da Taxa de Variação deverá ficar em seu valor máximo.

d. O ajuste da faixa de frequência, através das "dip switches" S1 a S6 deverá ser feito para o tipo de aplicação, de acordo com a Tabela 2.1.

## 4.2 MÓDULO AS-SD04-121

Para os ajustes descritos abaixo, as tensões devem ser medidas em relação ao ponto XP3 (terminal negativo do voltímetro).

A medição de corrente de saída deve ser medida entre os terminais 6 (+) e 7 (-) da régua de bornes geral.

### 4.2.1 AJUSTE DE ZERO

Com o moinho girando a vazio, ajuste R16 até obter 0,00VCC em XP4. Anote a leitura da tensão em XP1.

### 4.2.2 AJUSTE DA CORRENTE DE SAÍDA EM 4-20mA

Com o moinho operando com a sua carga máxima:

a. Ajuste R8 até obter 20mA na saída. Anote o valor da tensão em XP1.

b. Ajuste R16 até obter 20 mA na saída.

Os valores anotados acima deverão ser guardados como referências nas futuras calibrações, quanto a repetibilidade.

### 4.2.3 AMORTECIMENTO

Este ajuste não influi na calibração, influindo apenas na velocidade de resposta ao sinal de entrada. Deverá ser ajustado através do "trimpot" R2, para um valor de acordo com a necessidade.

## 4.3 OBSERVAÇÕES

Ocorrendo variações na carga de bolas ou barras do moinho, poderá ser necessária uma nova calibração, dependendo da performance requerida.

## 5. MANUTENÇÃO

O Conversor Sonoro SD04 foi projetado para ser um equipamento de alta confiabilidade com o máximo de simplicidade no projeto dos circuitos eletrônicos. A confiabilidade e a simplicidade refletem-se diretamente na baixa manutenção requerida e na facilidade de sua manutenção, quando necessária.

### 5.1 SENSOR DE RUÍDO AS-SD04-MIC

A manutenção do sensor consiste em uma inspeção regular para verificação da cobertura plástica. Se necessário, desmonte-a e limpe cuidadosamente o interior do mesmo.

Nunca utilize jato de ar comprimido para a limpeza.

### 5.2 UNIDADE ELETRÔNICA

A unidade eletrônica deve ser mantida sempre com a porta trancada e com os prensa cabos apertados para evitar a entrada de poeira e umidade.

Se for disponível e desejado, a unidade poderá ser pressurizada com ar comprimido de instrumentação (seco e filtrado).

Pela alta qualidade dos componentes utilizados e dimensionamento dos circuitos, a manutenção corretiva será muito rara.

No entanto, se surgirem problemas, uma inspeção visual deverá ser feita a fim de detectar o mau funcionamento de componentes e circuitos devido ao superaquecimento e/ou danos físicos.

Não sendo detectado nenhum problema nesta inspeção visual, passe a verificar a presença ou ausência de tensões de entrada e saída em cada circuito.

Verifique os transistores de saída, os transistores amplificadores, os diodos zener e os diodos comuns.

Quando houver dificuldades de ajustes, verifique também o funcionamento dos “trimpots”.

Após qualquer manutenção corretiva será necessária uma nova calibração.

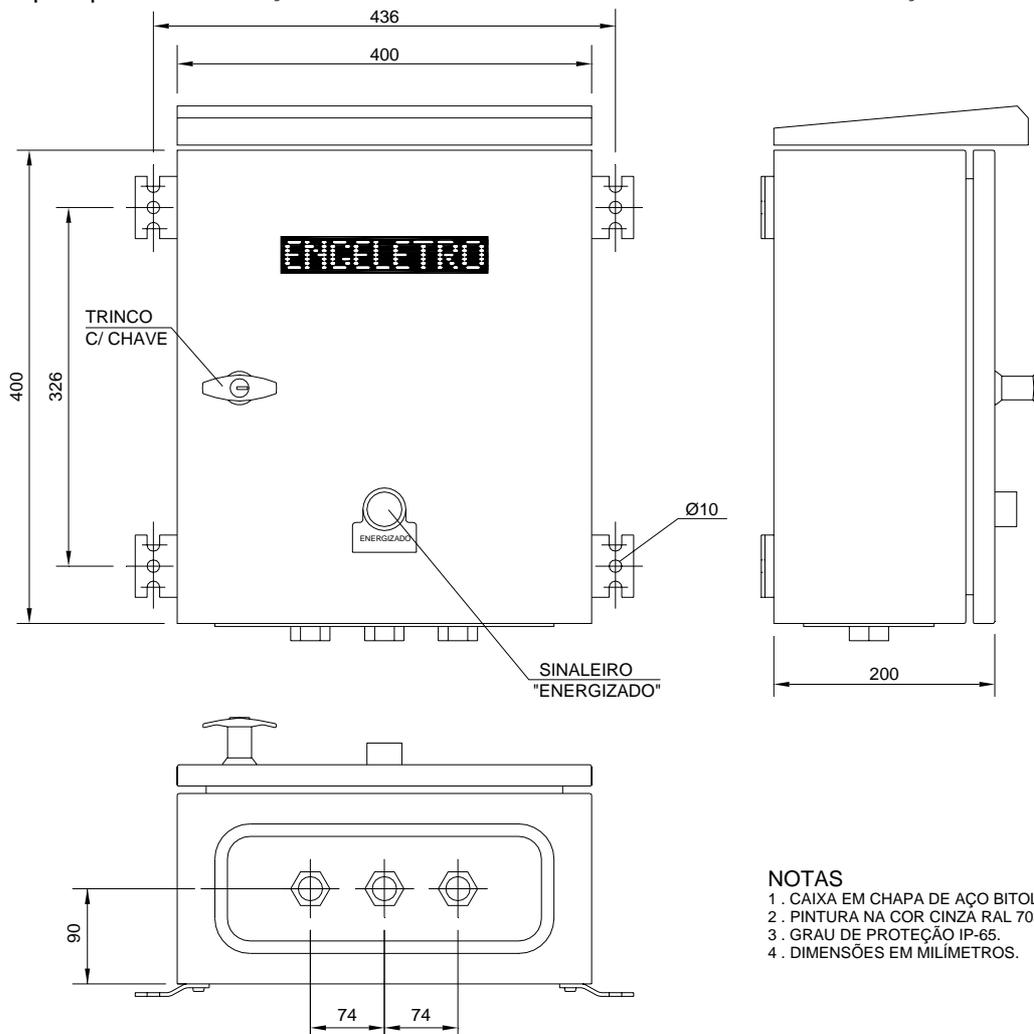



Figura 5.1
Unidade Eletrônica – Dimensões Externas